plus localisées comme les activités de mise en valeur des hydrocarbures extracôtiers sur le banc de l'île de Sable et la circulation maritime.

- On a observé des **tendances temporelles** dans les concentrations de contaminants touchant la ZPM du Gully. Par exemple, des tendances à la baisse ont été relevées dans les concentrations de BPC et de DDT chez les phoques de l'île de Sable, qui sont susceptibles de séjourner temporairement dans le Gully. Toutefois, des échantillons prélevés chez des baleines à bec communes qui passent la plupart de leur temps dans le Gully ont révélé une augmentation des concentrations de 4,4'-DDE et de trans-nonachlore entre 1996 et 2003. On observe des tendances évidentes à la baisse dans les concentrations de plomb et de zinc dissous dans tout l'est du plateau néo-écossais. Par ailleurs, la quantité de débris flottants de grande taille semble avoir diminué avec le temps dans le Gully, toutefois, on n'a pas observé de tendance à la baisse pour le cuivre dissous ou pour les plus petits débris de plastique.

- Les concentrations de **métaux** dissous relevées dans la ZPM du Gully sont semblables à celles mesurées ailleurs sur le plateau néo-écossais. Les chiffres relevés pour le chrome, le cuivre, le fer, le vanadium et le zinc présents dans les sédiments du Gully indiquent qu'il s'agit vraisemblablement de concentrations naturelles. Un petit sous-ensemble d'échantillons présentait des concentrations élevées de baryum et de plomb.

- On n'a pas détecté d'**hydrocarbures** aromatiques dans les échantillons de sédiments provenant des canyons secondaires débouchant sur la ZPM du Gully en 2006, toutefois, ces échantillons présentaient de faibles concentrations d'alcanes totaux (C_{10}-C_{35}). On ne connaît pas la source de ces alcanes, même si des observations fondées sur l'analyse de concentrations individuelles d'alcanes laissent penser qu'ils pourraient provenir à la fois de sources biosynthétiques et de sources anthropiques. Un petit échantillon de krill du Gully contenait du pristane mais aucun autre alcane détectable et de très faibles concentrations de HAP alkylés et de HAP parents. Des mesures de l'expression de la protéine CYP1A1 chez des baleines à bec communes révélaient des niveaux à la hausse en 2003, ce qui pourrait indiquer une exposition à une contamination par les hydrocarbures.

- Les baleines à bec communes du Gully présentaient des concentrations de plusieurs composés **organochlorés** supérieures à celles relevées dans une population du nord du plateau du Labrador.

- **Les futures activités de surveillance des contaminants** dans l'écosystème du Gully devraient comprendre la poursuite des séries chronologiques existantes pour établir des tendances temporelles à long terme, un échantillonnage et une analyse plus larges des sédiments du Gully pour établir des tendances spatiales, et l'échantillonnage et l'analyse opportunistes d'espèces indicatrices pertinentes pour déterminer les concentrations de contaminants et en étudier les effets biologiques possibles. Cette étude devrait être menée conjointement à une recherche ciblée visant à mieux comprendre la dynamique écosystémique du Gully, y compris les phénomènes géologiques et océaniques.

- Parmi les **espèces indicatrices** pouvant servir à l'étude des contaminants et de leurs effets biologiques dans le Gully, citons les plies, le crabe des neiges, l'encornet, le krill et les crevettes, les coraux et les baleines à bec communes. Toutefois, il faudra mener des recherches complémentaires pour savoir s'il est possible d'utiliser ces espèces pour effectuer la surveillance des contaminants dans la ZPM et pour mesurer l'utilité des résultats pour la gestion.

- Il faut tenir compte de plusieurs **sources d'incertitude** en prenant en considération les recommandations contenues dans le présent rapport. En effet, seul un petit nombre d'échantillons d'eau, de sédiments et de biote ont été prélevés dans la ZPM du Gully, et l'analyse de la dynamique écosystémique effectuée jusqu'ici est très limitée. Étant donné la faible quantité de données propres à la zone, on a utilisé des observations portant sur d'autres parties du plateau néo-écossais comme contexte pour l'étude de la ZPM du Gully.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Pour les besoins du présent rapport, on définit un contaminant comme étant tout élément naturel ou toute substance naturelle dont la concentration observée en un lieu donné est supérieure à la concentration de fond, ou toute substance qui ne se trouve pas à l'état naturel dans le milieu.

En 1998, le MPO a examiné la répartition des substances chimiques dans le Gully et leurs relations avec les phénomènes océaniques biologiques et physiques; toutefois, cette étude portait sur les nutriments, l'oxygène et la chlorophylle, et non sur les contaminants. Depuis 1998, plusieurs autres études et examens des contaminants sur le plateau néo-écossais et sur le banc de l'île de Sable ont été réalisés. L'étude actuelle a été entreprise pour regrouper les données existantes sur la surveillance des contaminants qui a été réalisée aux alentours du Gully, et pour orienter les futures activités de surveillance des contaminants et de leurs effets biologiques dans la ZPM du Gully.

Une réunion a eu lieu le 11 décembre 2007, avec les objectifs suivants :

- Examiner les données sur les sources de contaminants qui avaient été recueillies jusque là par le MPO et d'autres organismes dans la ZPM du Gully et les eaux environnantes, et étudier les méthodes analytiques qui ont été ou qui pourraient être utilisées;
- Répertorier les sources de renseignements sur les effets biologiques des contaminants qui pourraient être pertinentes pour la ZPM du Gully et les eaux environnantes;
- Examiner les études qui ont été menées ailleurs et qui pourraient être utiles pour l'élaboration d'un cadre de surveillance des contaminants dans la ZPM du Gully;
- Répertorier les composantes possibles d'un programme de surveillance des contaminants visant la ZPM du Gully dans la Région des Maritimes.

Les renseignements recueillis ont été examinés lors d'une autre réunion, le 2 juillet 2008. Le présent avis scientifique, les comptes rendus et le document de recherche connexes découlent des deux réunions.

ÉVALUATION

Sources des contaminants

Au nombre des sources connues des contaminants présents dans la ZPM du Gully, citons les précipitations atmosphériques sèches et humides, le transport, par les courants côtiers, des contaminants provenant des cours d'eau, le transport des contaminants présents dans les eaux océaniques par les échanges d'eau en bordure du plateau, et des sources plus localisées comme les activités de mise en valeur des hydrocarbures extracôtiers sur le banc de l'île de Sable et la circulation maritime.

Les dépôts atmosphériques sont la source la plus importante de contaminants volatils (p. ex. composés organiques volatils et mercure) et de certains contaminants non volatils (p. ex. le

SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS DANS LA ZONE DE PROTECTION MARINE DU GULLY

http://geonames.nrcan.gc.ca/pdf/namesef_nomsaf2006.pdf

Figure 1 : Situation géographique de la zone de protection marine du Gully
Une carte détaillée du Gully se trouve à l'annexe A.

Contexte

Le Gully est le plus grand canyon sous-marin de l'est de l'Amérique du Nord. Situé au large de la Nouvelle-Écosse, près de l'île de Sable, il regorge d'espèces et d'habitats marins variés; on y trouve notamment des coraux des grands fonds et une population de baleines à bec communes (Hyperoodon ampullatus) en péril. Cette zone est reconnue à l'échelle nationale et mondiale comme étant *un habitat marin précieux et exceptionnel. L'écosystème du Gully a toujours été un lieu de pêche important, et plus récemment, les eaux qui l'entourent ont vu une forte croissance de l'exploration et de la mise en valeur du pétrole et du gaz. La santé du Gully est étroitement liée à celle des zones avoisinantes. Les grands courants et les mouvements d'eau de plus petite envergure transportent des particules en suspension jusque dans le canyon. En raison des phénomènes océaniques qui s'y déroulent et des propriétés de rétention du Gully, les contaminants sont susceptibles de s'y accumuler.*

En mai 2004, le ministre des Pêches et des Océans du Canada a désigné le Gully zone de protection marine (ZPM) par un règlement pris en vertu de la Loi sur les océans. *On a élaboré un plan de gestion du Gully pour appuyer le* Règlement sur la zone de protection marine du Gully *et orienter le MPO, d'autres organismes de réglementation, les usagers et le public en ce qui a trait à la protection et à la gestion de cet important écosystème. Une étude scientifique de l'écosystème du Gully menée en 1998 contenait peu de renseignements sur la présence de contaminants, toutefois, on a depuis recueilli des informations complémentaires. La présente étude guidera les décisions relatives à la surveillance des contaminants dans la ZPM du Gully pour les années à venir, et devrait contribuer à l'élaboration d'un plan de surveillance plus exhaustif pour la zone.*

SOMMAIRE

- Au nombre des **sources connues des contaminants** présents dans la ZPM du Gully, citons les précipitations atmosphériques sèches et humides, le transport, par les courants côtiers, de contaminants provenant des cours d'eau, le transport de contaminants présents dans les eaux océaniques par les échanges d'eau en bordure du plateau, et des sources

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

Région des Maritimes

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2009/002

SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS DANS LA ZONE DE PROTECTION MARINE DU GULLY

http://geonames.nrcan.gc.ca/pdf/namesef_nomsaf2006.pdf

Figure 1 : Situation géographique de la zone de protection marine du Gully
Une carte détaillée du Gully se trouve à l'annexe A.

Contexte

Le Gully est le plus grand canyon sous-marin de l'est de l'Amérique du Nord. Situé au large de la Nouvelle-Écosse, près de l'île de Sable, il regorge d'espèces et d'habitats marins variés; on y trouve notamment des coraux des grands fonds et une population de baleines à bec communes (Hyperoodon ampullatus) en péril. Cette zone est reconnue à l'échelle nationale et mondiale comme étant *un habitat marin précieux et exceptionnel. L'écosystème du Gully a toujours été un lieu de pêche important, et plus récemment, les eaux qui l'entourent ont vu une forte croissance de l'exploration et de la mise en valeur du pétrole et du gaz. La santé du Gully est étroitement liée à celle des zones avoisinantes. Les grands courants et les mouvements d'eau de plus petite envergure transportent des particules en suspension jusque dans le canyon. En raison des phénomènes océaniques qui s'y déroulent et des propriétés de rétention du Gully, les contaminants sont susceptibles de s'y accumuler.*

En mai 2004, le ministre des Pêches et des Océans du Canada a désigné le Gully zone de protection marine (ZPM) par un règlement pris en vertu de la Loi sur les océans. *On a élaboré un plan de gestion du Gully pour appuyer le* Règlement sur la zone de protection marine du Gully *et orienter le MPO, d'autres organismes de réglementation, les usagers et le public en ce qui a trait à la protection et à la gestion de cet important écosystème. Une étude scientifique de l'écosystème du Gully menée en 1998 contenait peu de renseignements sur la présence de contaminants, toutefois, on a depuis recueilli des informations complémentaires. La présente étude guidera les décisions relatives à la surveillance des contaminants dans la ZPM du Gully pour les années à venir, et devrait contribuer à l'élaboration d'un plan de surveillance plus exhaustif pour la zone.*

SOMMAIRE

- Au nombre des **sources connues des contaminants** présents dans la ZPM du Gully, citons les précipitations atmosphériques sèches et humides, le transport, par les courants côtiers, de contaminants provenant des cours d'eau, le transport de contaminants présents dans les eaux océaniques par les échanges d'eau en bordure du plateau, et des sources

plomb). Les sources de pollution atmosphérique sont diverses; elles comprennent les émissions des cheminées et des véhicules, et d'autres sources non ponctuelles (ainsi appelées parce qu'on ne peut pas les associer à un lieu géographique précis). La principale source de contaminants en provenance des cours d'eau est le golfe du Saint-Laurent, qui amène d'autres métaux lourds et contaminants organiques hydrosolubles. Les eaux océaniques qui sont déversées dans les zones profondes du Gully sont la source la plus importante des contaminants qui demeurent en solution dans l'eau de mer et dont le temps de séjour est long, comme le cadmium. L'exploitation pétrolière et gazière en haute mer pourrait être une source importante de contaminants spécifiques qui sont libérés dans l'océan avec les résidus de forage (p. ex le baryum) ou encore avec l'eau ou les autres déchets produits. Dans le cadre de la présente étude, on n'a pas analysé les apports de contaminants attribuables à la circulation maritime mais on suppose que des navires ont bel et bien rejeté des eaux usées dans le Gully.

Les rejets en mer, les naufrages et les déversements accidentels sont également des sources possibles de contaminants. Toutefois, à notre connaissance, il n'y a pas, aux alentours de la ZPM du Gully, de lieux de décharge de substances visées par la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. De plus, il n'y a pas eu, à ce que l'on sache, de naufrages dans la ZPM du Gully. Une base de données sur les déversements, tenue par Environnement Canada, n'a pas fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la présente étude.

Le tableau 1 présente une estimation de l'importance des sources connues de contaminants et une prévision des apports de trois métaux dans l'est du plateau néo-écossais (EPNE). L'importance relative de ces sources de contaminants pour la ZPM du Gully devrait être assez différente de celle constatée pour l'ensemble de l'EPNE. L'apport de contaminants par les eaux océaniques devrait être semblable pour la ZPM du Gully (puisque la plupart des eaux océaniques qui atteignent l'EPNE passent par le Gully); en revanche, seule une petite partie des eaux transportées du golfe du Saint-Laurent vers l'EPNE atteint le Gully. Le transport, du banc de l'île de Sable vers le Gully, de particules provenant des eaux proches du fond et de sédiments remis en suspension, par les petits canyons qui se trouvent du côté ouest du Gully, peut s'avérer un important mécanisme d'apport de contaminants en provenance de l'île de Sable. C'est pourquoi nous recommandons que d'autres recherches soient menées sur le transport des sédiments dans le secteur de la ZPM du Gully.

Tableau 1. Sources des contaminants présents sur le plateau néo-écossais

	Cu (tonnes/an)	Pb (tonnes/an)	Zn (tonnes/an)
Golfe du Saint-Laurent	4 390	258	7 750
Eaux océaniques	279	37	409
Pluie	90	90	270
Cours d'eau de la Nouvelle-Écosse	32	30	97
Eaux usées	5	3	11
Eau de forage	<1	23	157
Circulation maritime, rejets et autres sources	?	?	?

Tendances temporelles

Une étude menée dans les années 1970 sur les quantités de produits pétroliers dissous et dispersés dans l'eau indiquait une tendance à la baisse dans l'EPNE entre 1971 et 1976; toutefois, on n'a pas noté de tendance à la baisse du nombre d'oiseaux mazoutés.

Une étude de divers composés organochlorés présents chez les phoques de l'île de Sable montrait des concentrations à la baisse de BPC et de DDT dans la graisse (baisse observée entre 1985 et 1994 pour les BPC et entre 1976 et 1994 pour le DDT). Toutefois, des

échantillons prélevés sur des baleines à bec qui demeurent dans le Gully indiquaient une augmentation de la concentration de 4,4'-DDE et de trans-nonachlore entre 1996-1997 et 2002-2003.

On associe les baisses de concentrations de plomb dissous observées dans l'ensemble de l'EPNE à une baisse des rejets anthropiques de plomb dans l'atmosphère due, entre autres, à l'élimination du plomb de l'essence. La baisse des rejets industriels de zinc dans les cours d'eau est probablement la cause de la tendance à la baisse observée dans les concentrations de zinc dissous. On n'a pas observé de baisse des concentrations de cuivre dissous dans l'est du plateau néo-écossais.

Des études réalisées dans le Gully en 1990, 1996-1997 et 1999 ont révélé des baisses considérables de la quantité de débris flottants de grande taille (pour la plupart des plastiques), bien que la présence de petits débris recueillis dans les filets à plancton ait sensiblement augmenté.

L'augmentation globale du dioxyde de carbone (CO_2) atmosphérique et océanique est révélée de façon évidente par le changement de pH sur le plateau néo-écossais (figure 2). Une augmentation des concentrations de CO_2 pourrait stimuler la productivité primaire, toutefois, une baisse de pH nuira à la capacité des organismes générateurs de carbonate de former et de maintenir leurs structures de carbonate. On pense que les coraux des grands fonds sont particulièrement sensibles à des augmentations à long terme de l'acidité.

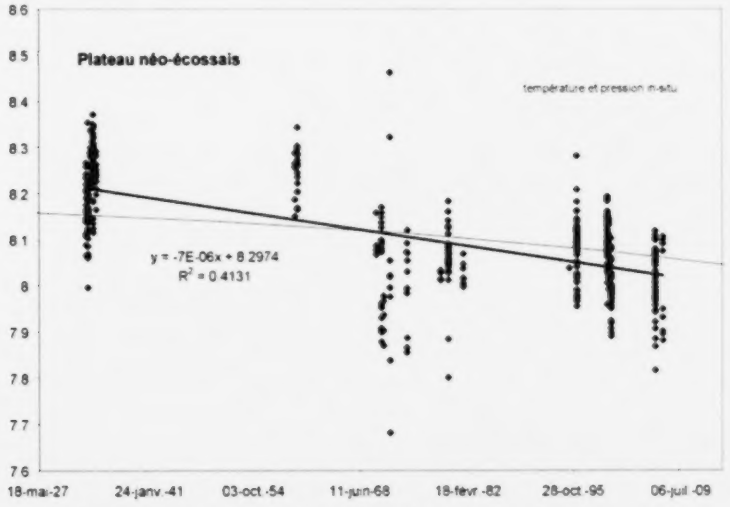


Figure 2. Tendances du pH sur le plateau néo-écossais

Distribution spatiale

On a dressé, pour le plateau néo-écossais, des cartes illustrant les concentrations dans les sédiments de chrome, de cuivre, de plomb (figure 3) et de zinc, ainsi que des cartes illustrant les concentrations de cadmium et de cuivre dissous (figure 4). On pourrait, au besoin, dresser des cartes pour d'autres métaux.

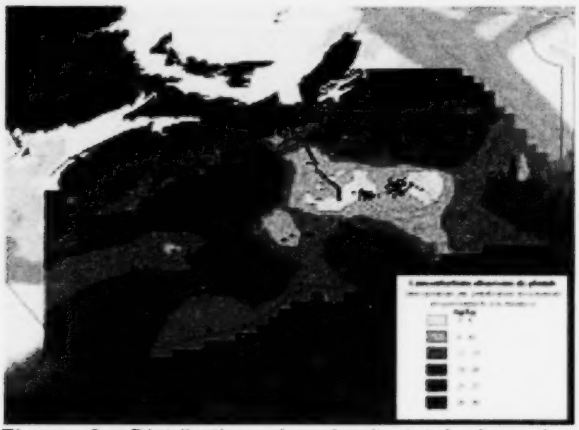


Figure 3. Distribution du plomb total dans les sédiments (Breeze et Horsman 2005).

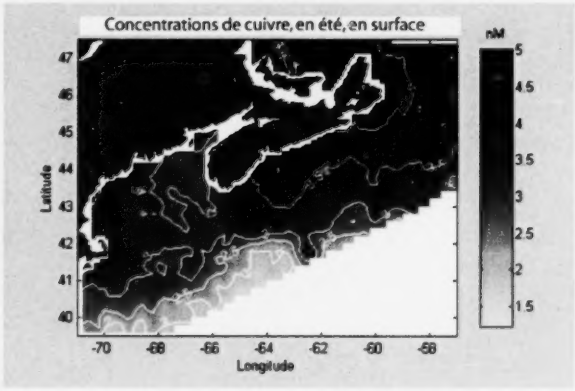


Figure 4. Estimation optimale de la distribution du cuivre dissous dans les eaux de surface en été

Mesures récentes des concentrations de contaminants dans le Gully

Au cours de la dernière décennie, on a mesuré les concentrations de divers contaminants dans le Gully (Figure 5).

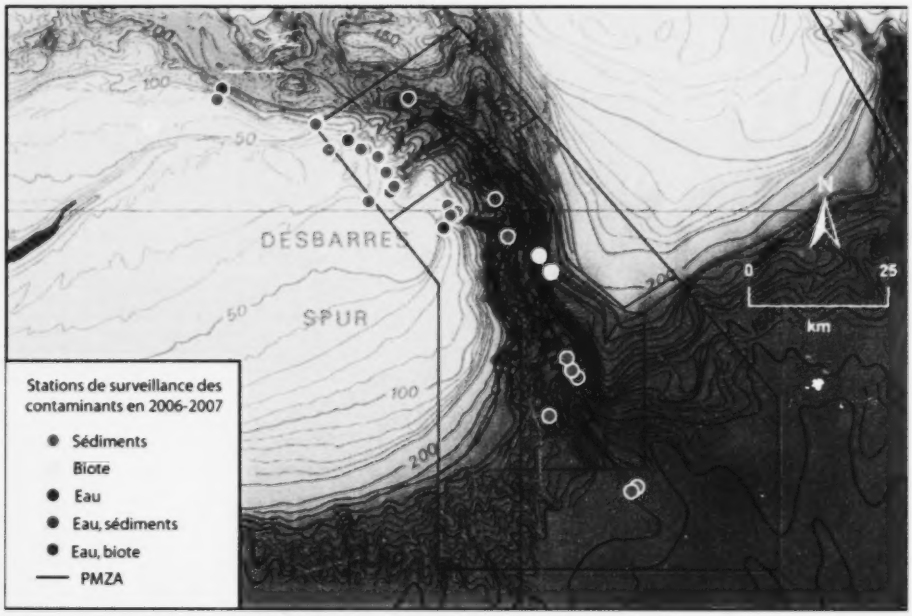


Figure 5. Carte illustrant les stations d'échantillonnage du Gully

Métaux

Les concentrations de métaux dissous mesurées dans la ZPM du Gully depuis 1997 ne sont pas très différentes de celles mesurées le long du transect de Louisbourg (un transect fixe qu'étudie régulièrement le MPO, figure 6).

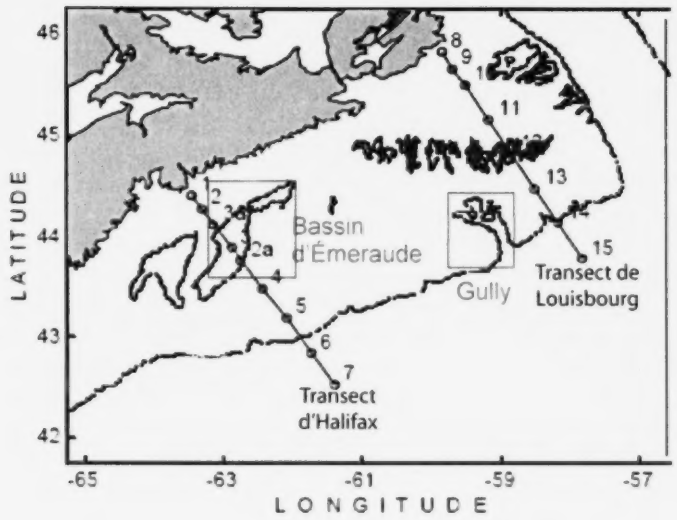


Figure 6. Situation géographique des transects de Louisbourg et d'Halifax (avec numéros de stations).

Toutes les valeurs relevées pour les concentrations de chrome, de cuivre, de fer, de vanadium et de zinc des sédiments recueillis dans la ZPM du Gully et aux alentours en 2006 et 2007 indiquent qu'il s'agit de concentrations naturelles. Les concentrations observées le long du banc de l'île de Sable sont plus faibles que celles relevées dans les stations d'échantillonnage les plus profondes, mais toutes sont compatibles avec les observations faites antérieurement sur le plateau néo-écossais.

Le baryum, un traceur bien connu des eaux et déchets de forage, se trouve plus fréquemment dans un rayon d'environ un kilomètre des lieux de forage. On a étudié la remise en circulation du baryum par les tempêtes; le baryum qui se trouve dans l'eau de forage se présente sous la forme de particules fines qui ne se déposent pas aussi rapidement que le baryum présent dans les boues de forage; en conséquence, le baryum peut être transporté à de plus grandes distances des lieux de forage. On n'a observé des concentrations élevées de baryum que dans deux échantillons provenant d'un des 20 lieux d'échantillonnage de l'extrémité est du banc de l'île de Sable (figure 7); qui plus est, la provenance du baryum dans ces échantillons est incertaine puisque d'autres métaux associés avec les eaux et déchets de forage n'y ont pas été détectés. Pour connaître la provenance du baryum excédentaire dans les sédiments à granulométrie fine des zones profondes du Gully, il faudrait mieux connaître les corrélations entre le baryum et la granulométrie des sédiments du bassin ou du talus.

Les concentrations de plomb (Pb) observées dans neuf échantillons de sédiments à granulométrie fine recueillis dans les zones profondes du Gully dépassent également les concentrations naturelles (figure 8). Tous ces échantillons provenaient des parties supérieures de carottes de sédiments prélevées dans trois stations situées le long de l'axe principal du Gully, ce qui pourrait indiquer un dépôt plus récent. On ne connaît pas actuellement la source et les modes de pénétration possibles du plomb présent dans le Gully, ni le degré de son influence éventuelle sur la qualité de l'environnement.

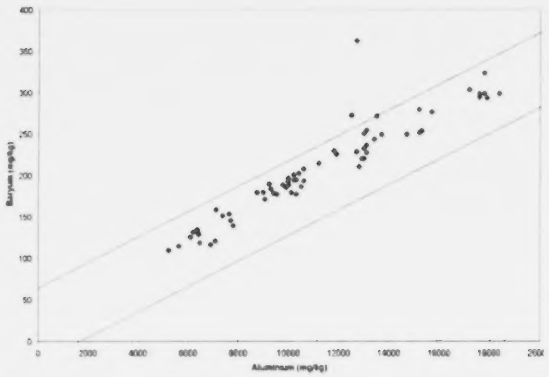


Figure 7. Concentrations de baryum et d'aluminium relevées dans des carottes de sédiments recueillies sur le banc de l'île de Sable en 2006. Les deux droites représentent les limites supérieure et inférieure des corrélations attendues entre le baryum et l'aluminium dans les sédiments non contaminés.

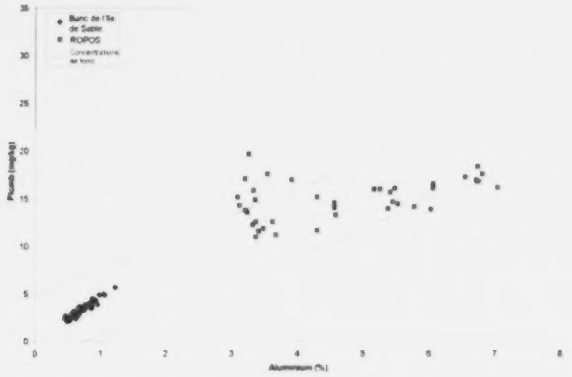


Figure 8. Concentrations de plomb et d'aluminium observées dans des carottes de sédiments recueillies en 2007. Les deux droites représentent les limites supérieure et inférieure des corrélations attendues entre le plomb et l'aluminium dans les sédiments non contaminés.

On a mesuré les concentrations de plusieurs métaux (Cr, Cu, Pb, Zn, Sn, Fe) du krill du Gully et on a constaté qu'elles étaient inférieures à celles d'échantillons provenant du bassin d'Émeraude (figure 6). Il faudra toutefois répéter les analyses pour pouvoir en établir la fiabilité.

Hydrocarbures

On n'a pas détecté d'hydrocarbures aromatiques dans les échantillons de sédiments recueillis dans les canyons secondaires débouchant sur la ZPM du Gully en 2006, toutefois, ces sédiments affichaient des concentrations d'alkanes totaux (C_{10}-C_{35}) variant entre 966 et 6 486 $ng.g^{-1}$ de poids sec (figure 9). Les concentrations et les compositions des hydrocarbures détectés correspondent à celles observées pour les hydrocarbures des sédiments sablonneux du plateau qui sont globalement non contaminés. Toutefois, les sédiments qui ne sont pas contaminés par des hydrocarbures pétroliers présentent des rapports pristane/phytane supérieurs à 1, généralement entre 3 et 5. Les échantillons du Gully présentent des rapports pristane/phytane entre 0,93 et 1,08, ce qui laisse supposer des sources anthropiques. La distribution globale des alcanes pairs et impairs (0,91-1,21) ne révèle pas une dominance des alcanes à nombre d'atomes de carbone impairs, ce qui laisse également supposer la présence, dans les sédiments, d'hydrocarbures d'origine pétrogénétique (produits par une combustion incomplète). La proportion alcanes impairs/alcanes pairs se situe entre 0,91 et 1,08 pour les alcanes $<C_{24}$, et entre 1,18 et 1,98 pour les alcanes $\geq C_{24}$, ce qui laisse supposer un certain apport d'hydrocarbures dû à une production naturelle par des plantes supérieures. Globalement, les résultats permettent de penser que les hydrocarbures à fraction alcane dominante sont à la fois d'origine biosynthétique et anthropique.

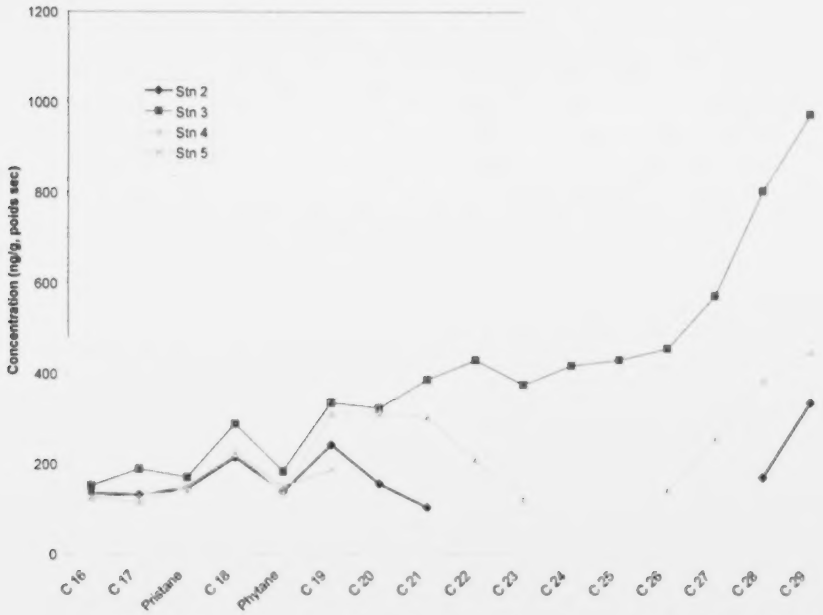


Figure 9. Concentrations d'hydrocarbures des sédiments du Gully

La mesure des concentrations de contaminants organiques du krill du Gully a révélé la présence de pristane mais pas d'autres alcanes en concentrations détectables et de très faibles concentrations (de l'ordre de quelques ng/g) de HAP alkylés et de HAP parents. Compte tenu du petit nombre d'échantillons analysés, la prudence est de mise et il serait prématuré de tirer des conclusions définitives de ces résultats.

Autres contaminants organiques

Dans une étude qui reste la plus complète à ce jour sur les contaminants et leurs effets biologiques dans la ZPM du Gully, Hooker et coll. (2008) ont montré que les concentrations de BPC, de DDT et de plusieurs autres composés organochlorés sont plus fortes dans la graisse de baleines à bec communes du Gully que dans les échantillons recueillis dans le nord du Labrador. On a observé des concentrations plus importantes chez les mâles que chez les femelles. Les concentrations observées correspondaient globalement à celles relevées dans la graisse d'autres grands cétacés de l'Atlantique Nord.

Effets biologiques des contaminants

De nombreuses recherches ont été menées sur la toxicité des contaminants chimiques pour les organismes marins; par ailleurs, il est prouvé que tous les contaminants évoqués dans le présent document sont toxiques. Il est toutefois plus difficile de trouver des mesures réelles des effets biologiques sur le terrain et très peu de mesures toxicologiques ont été réalisées dans le Gully. L'étude de Hooker et coll. (2008) sur les contaminants organiques chez les baleines à bec comprenait des mesures de l'expression de la protéine CYP1A1 chez les baleines, et les résultats révélaient des concentrations plus fortes dans les échantillons de 2003, ce qui pourrait être dû aux déversements de kérosène et de fluides provenant des flûtes utilisées dans les relevés sismiques. Les chercheurs ont également observé que l'expression de la protéine CYP1A1 était plus faible chez les baleines du Gully que chez celles du nord du Labrador, contrairement à la tendance observée dans les concentrations de contaminants organiques persistants.

La toxicité des sédiments recueillis à cinq stations situées à la frange de la ZPM du Gully, à la bordure est du banc de l'île de Sable, a été évaluée dans le cadre du programme d'étude des effets environnementaux du projet énergétique extracôtier de l'île de Sable, qui comprenait des tests de fécondation sur les échinodermes, des tests Microtox™ par bactéries luminescentes et des tests de survie sur les amphipodes. Des études plus récentes sur le projet énergétique extracôtier de l'île de Sable portaient essentiellement sur la survie des amphipodes. Jusqu'ici, on n'a détecté aucune toxicité aiguë due à la présence, dans les sédiments, de substances chimiques découlant du projet énergétique, bien que l'eau de forage se révèle régulièrement toxique.

Indicateurs potentiels

Le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a élaboré des directives sur la qualité de l'environnement qui sont des indicateurs scientifiques de la qualité de l'environnement approuvés à l'échelle nationale. Il s'agit de limites chiffrées ou décrites recommandées pour diverses substances, et de paramètres de la qualité de l'environnement dont le dépassement peut nuire à la santé des écosystèmes canadiens. Les directives du CCME pour la protection de la vie aquatique sont fondées sur une analyse rigoureuse, contaminant par contaminant, des concentrations acceptables dans l'environnement, c'est-à-dire qui permettent aux organismes aquatiques de vivre leur cycle de vie au complet. Un des grands points faibles de la méthode utilisée est qu'elle ne permet pas d'évaluer les effets de l'exposition aux multiples contaminants susceptibles de se trouver, par exemple, dans le Gully. Dans la ZPM du Gully, des indicateurs à l'échelle des espèces ou des communautés permettraient sans doute de mieux évaluer la qualité de l'environnement.

On a dressé une liste d'espèces susceptibles de servir d'indicateurs pour la mesure des concentrations de contaminants et de leurs effets biologiques dans le Gully (tableau 2).

Tableau 2. Espèces susceptibles de servir d'indicateurs pour la mesure des concentrations de contaminants et de leurs effets biologiques dans la ZPM du Gully.

Espèces utilisées jusqu'ici	Avantages	Inconvénients
Baleine à bec commune	Une priorité du plan de gestion de la ZPM du Gully; distribution localisée; intégrateur spatial et temporel des contaminants	Les mesures de protection des espèces en péril pourraient limiter la fréquence des échantillonnages ou les méthodes utilisées
Phoques	Échantillonnage relativement simple sur l'île de Sable	Vaste aire de répartition
Krill	Indicateur de contaminants dans la colonne d'eau; riche en lipides	L'échantillonnage a présenté quelques difficultés jusqu'ici (diverses espèces)
Autres espèces envisagées		
Morue	A fait l'objet d'études poussées ailleurs; on dispose de séries temporelles de longue durée pour les métaux sur le plateau néo-écossais (1970-1980)	Faible abondance
Plies	Ont fait l'objet d'études poussées ailleurs (y compris en laboratoire); déplacements supposés localisés; abondants; effets biologiques bien connus	Pourraient ne pas être présentes à toutes les profondeurs de la ZPM du Gully (plus abondants dans la sous-zone 3)
Clypéastre	Utilisé ailleurs	Distribution limitée à certaines profondeurs; pauvre en lipides

Espèces utilisées jusqu'ici	Avantages	Inconvénients
Flétan (et prises accessoires connexes)	La pêche actuellement pratiquée dans le Gully pourrait faciliter la collecte des échantillons; présent dans les eaux profondes du Gully; le niveau trophique élevé pourrait faciliter l'accumulation de contaminants.	Vaste distribution
Crabe des neiges	Pêche active aux alentours du Gully; relevé scientifique annuel; utilisé comme espèce indicatrice sur les Grands Bancs; études des conditions de référence proposée; certaines données (ailleurs) et des échantillons (Gully) sont accessibles aux fins d'analyse; hépatopancréas riche en lipides; exposition benthique; relativement sédentaire comparativement aux poissons; intérêt de l'industrie	Il faudrait une meilleure connaissance de la variabilité naturelle (conditions de référence) et des corrélations entre les contaminants et les effets biologiques. Des déplacements à l'extérieur du Gully sont possibles
Autres crabes	Pêche exploratoire pratiquée actuellement aux environs du Gully	Abondance plus faible que pour le crabe des neiges; distribution restreinte
Coraux	Sédentaires; peuvent être affectés par une baisse de pH; possibilité d'induction d'oxydases à fonction mixte; une priorité du plan de gestion de la ZPM du Gully	Les coraux durs étant pauvres en lipides, il pourrait être difficile d'en analyser la teneur en contaminants organiques
Ophiures	Présentes à toutes les profondeurs, pourraient être faciles à échantillonner	Les paramètres pouvant être analysés sont limités
Pétoncles, palourdes	Les relevés scientifiques effectués sur le Banquereau et le banc de l'île de Sable pourraient faciliter l'échantillonnage; des travaux ont été menés sur les effets biologiques des contaminants sur les pétoncles du plateau néo-écossais.	Espèces surtout présentes à l'extérieur de la ZPM du Gully.
Crevettes	Pêche active à l'extérieur de la ZPM du Gully; Des analyses chimiques sont effectuées sur les Grands Bancs et ailleurs; le relevé scientifique annuel devrait faciliter la collecte d'échantillons.	On ne prélève pas actuellement d'échantillons dans la ZPM du Gully dans le cadre du relevé scientifique sur la crevette du plateau néo-écossais.
Oiseaux	Effets biologiques des contaminants bien documentés	Vaste aire de distribution
Encornet (*Gonatus* sp.)	Espèce proie importante pour les baleines à bec;	Il faudrait mener des travaux pour déterminer les niveaux de référence et la variabilité naturelle; on connaît mal les déplacements et la distribution de l'espèce
Anémones et vers tubes	Présents dans tout le canyon.	
Poissons et invertébrés mésopélagiques	Les relevés prévus pourraient faciliter la collecte d'échantillons.	

Sources d'incertitude

Il faut tenir compte de plusieurs sources d'incertitudes en prenant en considération les recommandations faites dans le présent document. On n'a recueilli qu'un petit nombre d'échantillons d'eau, de sédiments et de biote dans la ZPM du Gully. De plus, on n'a analysé,

dans ces échantillons, qu'un nombre limité de contaminants. En conséquence, les conclusions sont souvent fondées sur la transposition des résultats obtenus à l'échelle de l'est du plateau néo-écossais. Par ailleurs, les analyses de la dynamique écosystémique menées jusqu'à maintenant sont très restreintes.

CONCLUSIONS ET AVIS

La plupart des études menées jusqu'ici sur les contaminants présents dans le Gully et les eaux environnantes ont porté essentiellement sur les modes de pénétration des contaminants, par exemple, le transport des contaminants vers les sédiments et leur accumulation dans le biote. On recommande que les futures études comprennent : 1) la poursuite des séries chronologiques existantes pour établir des tendances temporelles à long terme; 2) un échantillonnage et des analyses élargis des sédiments du Gully pour établir des tendances spatiales; 3) un échantillonnage opportuniste des espèces indicatrices pertinentes pour détecter et étudier les effets biologiques possibles des contaminants. Ces études devraient être menées conjointement à des recherches ciblées visant à mieux connaître la dynamique écosystémique du Gully, y compris les phénomènes géologiques et océaniques.

Dans les études des tendances temporelles, on a observé une baisse des concentrations de plomb et de zinc dans l'eau, et une baisse des concentrations de BPC et de DDT dans les phoques des zones avoisinant le Gully, mais une hausse des concentrations de deux composés organochlorés dans les baleines à bec communes qui résident dans le Gully. Les baisses de pH observées à l'échelle planétaire sont également évidentes dans les données recueillies sur le plateau néo-écossais. La poursuite des études périodiques sur la présence de métaux dans l'eau, et des mesures supplémentaires des concentrations de contaminants chez les baleines donneraient des données continues sur les tendances de l'exposition aux contaminants et de la bioaccumulation dans le Gully. En raison de la sensibilité potentielle des coraux des grands fonds aux variations de pH pouvant découler de l'augmentation des concentrations de dioxyde de carbone dissous, il pourrait être utile d'inclure des stations d'échantillonnage du Gully dans le cadre de toute étude à plus grande échelle des changements de pH sur le plateau néo-écossais. Il est important de recourir à des méthodes d'échantillonnage et d'analyse normalisées, ainsi qu'à l'archivage des échantillons, pour permettre de futures comparaisons spatiales et temporelles.

Les mesures individuelles effectuées récemment sur les alcanes dans les sédiments de la bordure est du banc de l'île de Sable donnent une indication des sources des hydrocarbures présents dans ces sédiments. Bien qu'elle ne soit pas probante, l'étude initiale laisse supposer une origine anthropique. La collecte et l'analyse d'autres sédiments recueillis dans un plus grand nombre de stations donneraient une idée plus précise à la fois des concentrations d'hydrocarbures et de leurs sources. Des analyses visant à détecter des hydrocarbures chlorés et d'autres contaminants détectés dans le biote rendraient ces mesures plus pertinentes pour la gestion. Une meilleure connaissance des corrélations entre le baryum et la granulométrie des sédiments du bassin ou du talus faciliterait l'interprétation des résultats sur la teneur en baryum des sédiments.

La plupart des contaminants métalliques provenant de sources terrestres finissent par se déposer dans les sédiments à granulométrie fine. Ce processus d'accumulation des métaux observé dans le bassin d'Émeraude et dans d'autres bassins du plateau sera également important pour le Gully, particulièrement, dans les grandes profondeurs (voir la sous-zone 1 de la ZPM, à l'annexe A). Le Gully peut également être un lieu de rétention des métaux transportés du large vers les bancs de la périphérie et mis en circulation par les activités qui s'y déroulent. Il

sera important d'acquérir une meilleure connaissance de la dynamique des sédiments aux alentours du Gully pour pouvoir interpréter tout changement observé.

Si on se fonde sur les échantillons de sédiments étudiés jusqu'ici, la contamination semble faible (bien qu'on ait détecté quelques concentrations élevées de plomb et peut-être de baryum). Les sédiments de l'extrémité est du banc de l'île de Sable ont été beaucoup mieux échantillonnés que ceux des zones profondes du Gully où les contaminants peuvent s'accumuler. Il faudrait procéder à un échantillonnage plus large pour mesurer les concentrations des métaux et d'autres contaminants dans les sédiments à granulométrie fine de la ZPM du Gully, ainsi qu'à l'échantillonnage des canyons avoisinants aux fins de comparaison, dans le cadre d'une étude de la dynamique des sédiments du Gully, pour délimiter l'étendue et connaître le degré de toute contamination, identifier les zones d'accumulation et savoir comment protéger le Gully de la contamination par les métaux.

Les mesures des concentrations de contaminants dans le biote de la ZPM du Gully et des effets biologiques connexes sont très limitées et contradictoires. On ne peut en déduire que très peu de choses sur l'accumulation de contaminants ou sur leurs effets possibles, si on n'effectue pas de recherches complémentaires qui viendraient combler certaines lacunes relativement aux analytes à cibler, aux distributions des contaminants dans les organismes, ainsi qu'à la dynamique et aux niveaux trophiques du biote. Une comparaison géographique faciliterait également l'interprétation de l'origine de la contamination et placerait les résultats en contexte.

On suggère de poursuivre, dans la mesure du possible, l'échantillonnage opportuniste d'espèces indicatrices potentielles. Les espèces indicatrices pouvant servir à la surveillance des contaminants et de leurs effets biologiques dans la ZPM du Gully comprennent, entre autres, les plies, le crabe des neiges, l'encornet, le krill et les crevettes, les coraux et la baleine à bec commune.

- Les plies ont été largement utilisées pour la surveillance des contaminants dans d'autres zones mais il faudrait procéder à d'autres études pour en déterminer l'accessibilité, la distribution et les mouvements dans la ZPM du Gully.
- Le crabe des neiges est une espèce d'invertébré des grandes profondeurs qui pourrait être un indicateur de l'exposition aux contaminants dans la couche benthique, et pourrait donc être une espèce utile pour les mesures de concentrations de contaminants. On a déjà recueilli des échantillons de crabe des neiges à ces fins et d'autres échantillons pourraient être facilement accessibles; toutefois, il faudrait effectuer d'autres recherches sur les conditions de référence et sur la variabilité naturelle au sein de l'espèce pour en évaluer la fiabilité en tant qu'espèce indicatrice. Une analyse des contaminants d'échantillons archivés de crabe des neiges serait une première étape.
- L'encornet (*Gonatus* sp.) est vraisemblablement une proie importante pour la baleine à bec commune et, partant, une source potentielle de contaminant pour cette dernière. Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires sur la biologie et l'écologie de l'encornet (ou ses sources de nourriture) pour en déterminer la fiabilité de l'espèce en tant qu'indicateur. On suggère de poursuivre, dans la mesure du possible, l'échantillonnage opportuniste d'encornets et de leurs proies.
- On a déjà procédé à l'étude des contaminants sur quelques échantillons de krill de la ZPM du Gully et d'autres échantillons sont accessibles aux fins d'analyse. Si le krill est un indicateur possible de la présence de contaminants dans la partie supérieure de la colonne d'eau, il est difficile de pratiquer un échantillonnage opportuniste dans la ZPM du Gully; de plus, des incertitudes persistent quant à la pertinence du krill du point de vue de la gestion.
- Les coraux et les baleines à bec présentent un grand intérêt pour la gestion de la ZPM du Gully, toutefois, l'échantillonnage de ces espèces doit être pratiqué de façon à leur nuire le moins possible.

À l'exception de l'encornet, dont il faudrait recueillir des échantillons, la surveillance biologique de la ZPM du Gully devrait cibler l'analyse ou la réanalyse (en vue du dépistage d'un plus grand éventail de contaminants) des échantillons existants pour étudier la faisabilité et l'utilité du recours aux diverses espèces envisagées pour la surveillance permanente des contaminants et de leurs effets biologiques.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

La prise en compte, lors de la conception du programme de surveillance des contaminants présents dans la ZPM du Gully, de programmes de surveillance visant d'autres zones du plateau néo-écossais et de l'Atlantique Nord-Ouest (p. ex. utilisation de la plie rouge comme espèce indicatrice aux É.-U. et possibilité de comparaison avec les programmes de surveillance comme le programme des situations et tendances de la NOAA et le programme de veille du golfe du Maine) faciliterait la comparaison des résultats. Le choix de contaminants pertinents dans la Liste des substances d'intérêt prioritaire de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* serait une autre méthode à envisager.

On considère qu'une surveillance des contaminants visant à déceler la présence de facteurs de stress éventuels avant qu'iis n'aient des effets irréversibles (p. ex. indicateurs d'alerte précoce) serait une bonne approche pour l'environnement relativement non contaminé de la ZPM du Gully.

Des études récentes des phénomènes géologiques et océaniques du Gully peuvent parfaire notre connaissance des modes de pénétration des contaminants dans le Gully.

Il faut régler les questions de gestion des données relatives à la ZPM du Gully.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Breeze, H., et T. Horsman. 2005. La plate-forme néo-écossaise : atlas des activités humaines. Ministère des Pêches et des Océans

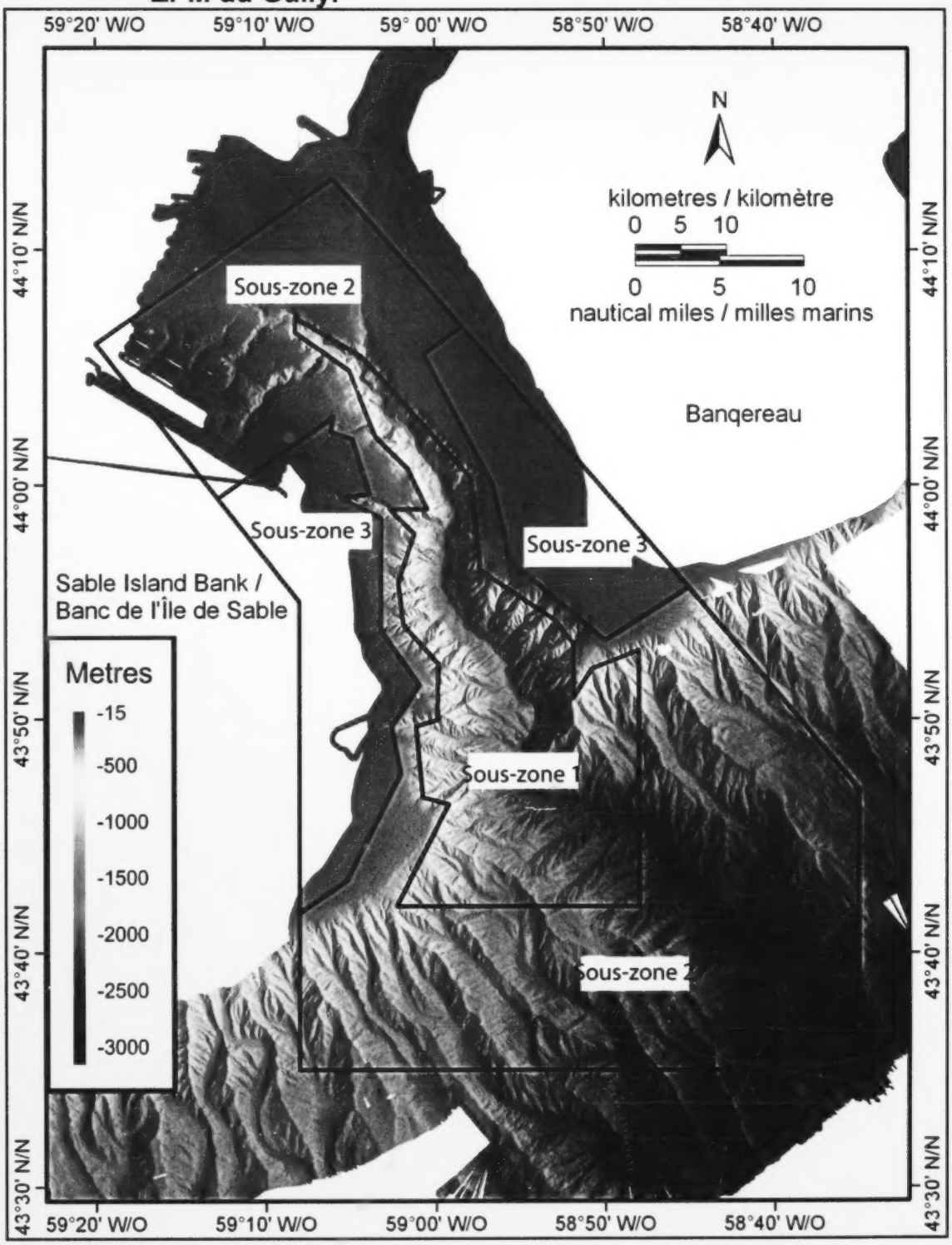
Hooker, S.K., T.L. Metcalfe, C.D. Metcalfe, C.M. Angell, J.Y. Wilson, M.J. Moore et H. Whitehead. 2008. Changes in Persistent Contaminant Cconcentration and CYP1A1 Protein Expression in Biopsy Samples from Northern Bottlenose Whales, *Hyperoodon ampullatus*, Following Onset of Nearby Oil and Gas Development. Environ. Pollut. 152: 205-216.

Yeats, P., J. Hellou, T. King, and B. Law. 2009. Measurements of Chemical Contaminants and Toxicological Effects. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc de rech. 2008/066.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Contactez : Phil Yeats
Institut océanographique de Bedford
1 Challenger Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2
Tél. : 902-426-7689
Fax : 902-426-6695
Courriel : YeatsP@mar.dfo-mpo.gc.ca

Annexe A. Sous-zones de gestion et bathymétrie multifaisceaux de la ZPM du Gully.



Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C. P. 1006, succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2009

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2009. Surveillance des contaminants dans la zone de protection marine du Gully. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/002.